Beiträge zur vergleichenden Osteologie der Vertebraten.

Von dem c. M. Dr. C. Claus.

(Mit 3 Tafeln.)

1. Rippen und unteres Bogensystem.

In den durch neue Thatsachen und Ideen gleich hervorragenden vergleichend-anatomischen Arbeiten, die wir der unermüdlichen Arbeitskraft C. Gegenbaur's verdanken, blieb mir seit Jahren ein Capitel nicht recht verständlich. Es schien mir die in demselben begründete Auffassung mit den bekannten und leicht zu constatirenden Thatsachen nicht in vollem Einklang; ich meine das Verhältniss, welches jener Forscher zwischen den unteren Wirbelbogen und den Rippen begründen zu können glaubt. Sehen wir von den Knochenfischen ab, deren Besonderheiten bereits Johannes Müller[1] in's rechte Licht gestellt hat, so sind die unteren Bogenbildungen auf die Caudalregion beschränkt und beginnen in der Regel hinter demjenigen Wirbel, bis zu welchem sich die Rippenrudimente als discrete Anhänge der Querfortsätze nachweisen lassen. Während bei den Teleostiern die Wirbelfortsätze sich in der Caudalregion zur Bildung unterer Bogen schliessen, die jenen angefügten Rippen somit ausgeschlossen sind von der Bildung des unteren Bogensystem's, scheint bei den übrigen Vertebraten das angeführte Verhalten dafür zu sprechen, dass die unteren Bogen der Caudalregion, welche als discrete Elemente den Wirbelkörpern, und zwar an der Berührungsstelle je zweier Wirbel anliegen, den Rippen entsprechen, mit anderen Worten, dass diese nichts Anderes als die im Zusammenhang mit der erweiterten Leibescavität auseinandergetretene und gewissermassen an die Querfortsätze emporgerückte Stücke des unteren Bogensystemes sind.

[1] Johannes Müller: Vergl. Anatomie der Myxinoiden I, pag. 93.

Fast sämmtliche Anatomen sehen freilich unter Ausschluss der bei den Teleostiern bestehenden Verhältnisse die Rippen als besondere zu den Querfortsätzen gehörige, dem unteren Bogensysteme fremde Bildungen an. Nur R. Owen, der in einseitig morphologischem Schematismus befangen, eine Wirbelschablone construirt hat, in welcher er den ventralen Bogen aus drei Abschnitten Pleurapophyse, Haemapophyse, Haemalspina zusammensetzt, liess die Rippe dem dorsalen Stücke (Pleurapophyse) des unteren Bogens entsprechen, betrachtete dagegen die unteren Bogen in der Caudalregion der Amphibien, Reptilien und Säugethiere als lediglich aus dem zweiten Gliedstück des Bogens, der Haemapophyse, hervorgegangen. C. Gegenbaur[1], welcher die Auffassung Owen's gewiss mit vollem Recht als eine künstliche verwirft, geht bei der Prüfung dieses Verhältnisses von der Caudalregion der Selachier und Ganoiden aus und weist insbesondere bei Lepidosteus und Amia nach, dass die wenigstens an den vorderen Wirbeln noch discreten Bogenelemente der Caudalregion Rippenpaaren entsprechen, welche durch Verschmelzung ihrer Enden bogenförmig geschlossen sind, er formulirt das Ergebniss seiner Beobachtungen dahin, dass die Rippen unter Verlust ihrer Selbstständigkeit in der Caudalregion zu unteren Bogen werden, indem ihr Knorpel mit jenem der Wirbelkörper verschmilzt. Bei den meisten Teleostiern sind es dann die (oft noch rippentragenden) Fortsätze der Wirbelkörper selbst, welche die unteren Bogen herstellen.

Auch für die übrigen Vertebraten, glaubt Gegenbaur — mit Ausnahme allerdings der Amphibien, bei denen die Verbindungsweise der unteren Bogen mit dem Wirbelkörper noch vielfach unklar ist und erneuerte Untersuchungen bedürfe — als Resultat seiner Beobachtungen aussprechen zu können, „dass die unteren Bogen der Wirbelsäule aus Rippen hervorgehen" und folgert demgemäss. „Während dorsale Fortsätze vom Wirbel aus ein Umschliessen des Rückgratcanales herstellen, so gibt es auch

[1] C. Gegenbaur: Über die Entwicklung der Wirbelsäule des Lepidosteus, mit vergleichend anatomischen Bemerkungen 4. Von den unteren Bogen. Jenenser naturw. Zeitschr. Tom. III. Heft 4.

ein ventrales System von Bögen, die Rippen, die zur Umschliessung der Leibeshöhle verwendet werden. Je nach der Ausdehnung der letzteren im Verhältniss zur Länge der Wirbelsäule tritt an einer verschieden grossen Anzahl dieser Rippen eine Aenderung ein. Bei einer Beschränkung der Leibeshöhe auf die Länge des vorderen Abschnittes der Wirbelsäule, wird der übrige Theil der letzteren zum Schwanzabschnitte und die Rippen dieser, durch die Zusammenziehung der Leibeshöhle nach vorne, modificirten Stelle umschliessen nunmehr einen engen Canal, in welchen nur die abdominalen Blutgefässe, zuweilen auch noch andere Organe, wie die Nieren bei Fischen sich fortsetzen. Sie können hier entweder vollständig mit den Wirbeln verschmelzen, so dass sie wie blosse Fortsätze der Schwanzwirbel erscheinen (Selachier), oder sie bleiben von den Wirbeln getrennt, und sind von den vorderen Rippen nur durch die ventrale Verschmelzung zu einem unpaaren Stücke ausgezeichnet (Ganoiden, Reptilien, Säugethiere), oder sie verschwinden in der Schwanzregion vollständig, und ihre Stelle nehmen directe Fortsätze der Wirbelkörper ein (Teleostier)."

Um diese Deutung für die Reptilien wahrscheinlich zu machen, vermochte Gegenbaur ausschliesslich die Crocodile heranzuziehen, bei denen die unteren Bogen zwischen je zwei Caudalwirbel angefügt, selbstständige discrete Stücke bleiben. Aber gerade das Crocodilskelet ist es, dessen Verhalten mir zuerst mit Sicherheit den Beweis lieferte, dass Gegenbaur's Auffassung eine unhaltbare ist.

Als möglichen Einwand hob Gegenbaur selbst bereits als bemerkenswerth hervor, dass die hinteren Rippen der Crocodile, ähnlich wie bei den Cetaceen, nur an dem Querfortsatz und nicht an dem Wirbelkörper befestigt sind. Da aber die Querfortsätze continuirlich in die Schwanzwirbelsäule fortlaufen, hätte man auch hier Rippenrudimente an den Querfortsätzen und nicht an der Unterseite der Wirbelkörper erwarten sollen. Er beseitigte jedoch diesen Einwand mit dem gewiss vollkommen begründeten Satz, dass die Vergleichung von Folgestücken nur bei Kenntniss der genetischen Verhältnisse zu morphologischen Schlüssen — beweisend oder widerlegend — verwerthet werden könnte. „Etwas anderes

wäre es, wenn auch die Querfortsätze der Schwanzwirbel nach Rippen trügen, oder wenn Rippen wenigstens in der Sacralregion vorkämen." „Da nun aber ein grösserer, rippenloser Abschnitt (7 Wirbel) zwischen den rippentragenden des Rumpftheiles und dem untere Bögen tragenden Schwanze eingeschaltet ist, so hat hier der Nachweis einer Homotypie bei demselben Thiere keinen festen Boden. Es fehlen gerade an jenen Wirbeln, die für die Benützung zur Reihenvergleichung nothwendig in Betracht kommen müssten, die kritischen Eigenschaften." Gegenbaur war zur Zeit der citirten Abhandlung noch nicht mit dem allgemeinen Auftreten von Rippen zwischen Sacralwirbeln und Hüftbein bekannt.

Als dann derselbe Forscher in einer späteren Abhandlung über das Becken[1] der Vögel, die Rippenrudimente der primären Sacralwirbel nachgewiesen und sich auch beim Crocodil von der Existenz mächtiger Rippenstücke an den beiden Sacralwirbeln überzeugt hatte, lag freilich ein wesentlich anderes Sachverhältniss vor, und es kam nun vornehmlich darauf an, zu zeigen, dass an den Querfortsätzen der Schwanzwirbel keine Rippen existiren. Gegenbaur glaubte constatiren zu können, dass an den beiden ersten Caudalwirbeln die Querfortsätze nur in Nahtverbindung mit den Wirbeln befestigt sind, während sie bei den übrigen Caudalwirbeln der Naht entbehren, also direct vom Wirbel entspringen. „Beachtenswerth", sagt unser Autor, „ist besonders, dass die Nahtverbindung der Querfortsätze da aufhört, wo die unteren Bögen beginnen; das ist einfach so zu erklären, dass da, wo freie Rippen (untere Bögen) auftreten, keine verschmolzenen mehr vorkommen können".

Demgemäss wäre ein ganz plötzlicher Absprung des Rippenrudiments vom Querfortsatz (der zweite Caudalwirbel trägt dasselbe noch am Querfortsatz) auf die untere Seite des Wirbelkörpers (der dritte Caudalwirbel als unteren Bogen) erfolgt.

[1] Gegenbaur: Beiträge zur Kenntniss des Beckens der Vögel etc. Jen. Zeitschr. Bd. VI. Heft 2. pag. 208.

Diese Annahme aber schien mir so unwahrscheinlich, dass ich sogleich nach der Bekanntschaft mit Gegenbaur's Abhandlung die mir zu Gebote stehenden Crocodilskelete[1] zur Hand nahm und mich alsbald überzeugen konnte, dass auch noch an den vorderen der untere Bögen tragenden Caudalwirbel am Querfortsatz eine deutlich ausgesprochene Naht einen äusseren selbstständigen Theil vom Wirbelfortsatz trennt, das heisst dass ein Rippenrudiment vorhanden ist, und somit der untere Bogen nicht Rippe sein kann.

Als Vorstand der reichen Sammlung des vergleichend-anatomischen (von Hyrtl gegründeten) Instituts der Wiener Universität hatte ich Gelegenheit, eine Reihe jüngerer Crocodilskelete zu vergleichen und die angeregte Frage in grösserer Ausdehnung auch über andere Wirbelthiergruppen zu verfolgen.

Beim Alligator, Crocodil und Gavial bestehen im Wesentlichen die gleichen Verhältnisse der Lumbal-, Sacral- und Caudalwirbel. Vier (ausnahmsweise fünf)[2] Lumbalwirbel sind vorhanden, deren Querfortsätze keine Rippenrudimente mehr tragen und nach der Sacralgegend hin kürzer werden.

An den beiden Sacralwirbeln schieben sich, wie bekannt, discrete Rippenstücke zwischen Wirbelkörper und Hüftbein ein, doch so, dass sich dieselben an kurzen Querfortsätzen der ersteren anheften und zugleich von der Wurzel der oberen Bögen durch eine Naht getrennt bleiben. Die gleichen discreten Stücke nebst Nahtverbindung mit Wirbelkörper und Bogenwurzel repräsentiren die Seitenfortsätze an den vorderen Caudalwirbeln und zwar nicht nur an den beiden vorderen, von denen übrigens der zweite bereits an seiner Verbindungsstelle mit dem dritten Wirbel ein unteres Bogenpaar trägt, sondern auch am

[1] Es waren zwei oder drei Skelete von Crocodil und Alligator des Göttinger Museums, an denen ich mich schon vor vier oder fünf Jahren von diesem Sachverhalt überzeugte.

[2] Bei jüngeren Thieren sind stets nur vier rippenlose Lendenwirbel vorhanden, bei älteren fehlt jedoch zuweilen auch an dem vorausgehenden Wirbel einseitig oder an beiden Seiten der Rippenanhang (wohl bei der Maceration ausgefallen). Nach Rathke sind bei den Gavialen nur drei rippenlose Wirbel der Lendengegend vorhanden.

dritten, vierten, fünften Wirbel,[1] deren Besitz von unteren Bögen keinem Zweifel unterliegt.

Selbstverständlich handelt es sich bei den rippenartigen Seitenfortsätzen des Schwanzes nicht nur um eine obere Naht, welche die Abgrenzung von dem oberen Bogen herstellt, sondern um vollkommene Discontinuität mit dem Wirbelkörper, an welchem sich der scheinbare Querfortsatz als gesondertes Stück anheftet und bei der Maceration aushebt. Und nun sehen wir, dass sich an ganz jungen Thieren das gleiche Verhältniss über die ganze Reihe der vorderen, grössere Seitenfortsätze tragenden, Caudalwirbel verfolgen lässt. Mit dem Wachsthum des Thieres schreitet dann die Verschmelzung der Rippenanlage mit dem Wirbelkörper in der Richtung von hinten nach vorne vor, und nur die 4 bis 5 vorderen Caudalwirbel lassen

---

[1] Von Alligatorenskeleten konnte ich kleinere und grössere vergleichen, und stellten sich die besonderen Verhältnisse folgendermassen heraus:

Länge des Skelets	Zahl der Rumpfwirbel bis zur Sacralgegend	Rippenlose Lendenwirbel	Ursprung des ersten Caudalbogens	Zahl der Schwanzwirbel mit nachweisbaren discreten Rippen als Seitenfortsätze
Alligator lucius				
.... 1¼′	24	4	2	5
.... 2′	24	4	2	5
.... 2½′	24	5 (wohl bei der Präparation hinweggefallen)	2	4
Crocodilus vulgaris			Caudalwirbel	vordere Caudalwirbel
(349) .... ¾′	24	4	2	8
Crocodilus spec.? .. 1½′	24	4	2	5
Crocodilus spec.? . 2½′	24	4½	2	3
Gavialis gangeticus 1′	24	4	2	10

auch noch an grösseren Exemplaren die Trennung deutlich nachweisen. (Fig. 1 und 2, *C* bis C^5).

Übrigens waren unter den älteren Autoren Rathke[1] und Stannius bereits mit den hier in Betracht kommenden Verhältnissen bekannt, ohne dieselben freilich zu richtiger und consequenter Schlussfolgerung zu verwerthen. Rathke betrachtete die sogenannten Querfortsätze auf Grund seiner an Embryonen und jungen Exemplaren angestellten Beobachtungen als obere, das heisst dem oberen Bogen entsprungene, Stücke.

„Auch an denjenigen Wirbeln des Schwanzes, welche Querfortsätze tragen, befinden sich diese Fortsätze tief unten an den Bogenschenkeln und stehen mit denselben, wenigstens bei jungen Crocodilen ebenfalls (wie die Querfortsätze der Sacralwirbel) durch dünne Knorpelscheiben in Verbindung. In einer späteren Lebenszeit aber verknöchern diese Knorpelscheiben, worauf dann an den Schwanzwirbeln ebenso, wie an den Brust- und Lendenwirbeln gleich anfangs, die Knochenmasse eines Querfortsatzes als ein vorspringender Theil von der Knochenmasse eines Wirbels erscheint. Er legte also auf die selbstständige Ossification des Querfortsatzes, welche ihm bereits ebenso wie die der beiden Sacralrippen[2] bekannt war, nicht den Werth, um die Natur als Rippe zu bestimmen.

[1] H. Rathke: Untersuchungen über die Entwicklung und den Körperbau der Crocodile. Braunschweig 1866, pag. 42.

[2] Schon G. Cuvier kannte (*Recherches sur les ossements fossiles. Quatrième édition* Tom. IX, pag. 197) die obere Naht zwischen den noch als Querfortsatz gedeuteten Sacralrippen und den oberen Bogenschenkeln und war desshalb der Ansicht, dass diese Querfortsätze an den Darmbeinen den Wirbelkörpern angehören. Rathke corrigirt die Cuvier'sche Meinung, indem er auch die Naht zeigt, welche zwischen Querfortsatz und Wirbelkörper liegt, kennt also bereits die knöcherne Sonderung, auf welche sich die Deutung als Sacralrippe stützt, ohne jedoch auf dieselbe einen grösseren Werth zu legen. „Untersucht man reifere Embryonen oder jüngere Exemplare von Crocodilen, so wird man deutlich gewahr werden, dass die Nähte, welche zwischen den Bogenschenkeln und den sehr niedrigen Körpern der Kreuzbeinwirbel vorkommen, nur eine geringe Dicke besitzen und eine sehr schräge Richtung von oben und aussen nach unten und innen haben, weil die Querfortsätze durch sie mit stark abgeschrägten seitlichen Vorsprüngen der Bogenschenkel in Verbindung stehen. Auch Stannius kennt die Nähte, durch welche die sog. Querfortsätze der Kreuzbein wirbel einerseits und Körper und oberen Bogen andererseits gesondert sind.

Wir können aus dem dargelegten Sachverhalt wohl keinen anderen Schluss ziehen, als dass 1. die Querfortsätze der Caudalregion mit den Wirbeln verschmolzenen Rippenanlagen entsprechen, 2. die unteren Bögen, welche ausnahmslos an der hinteren Grenze des zweiten Schwanzwirbels beginnen, eine von den seitlichen, zu den Querfortsätzen gehörigen, Rippen morphologisch ganz verschiedene Bildung darstellen.

In wie weit bei den Eidechsen, welche bei frühzeitig eintretender Synostose der entsprechenden Wirbelabschnitte minder günstige Untersuchungsobjecte sind, dieselben oder ähnliche Verhältnisse wiederkehren, gedenke ich in einem späteren Capitel darzulegen.

Ich will hier nur das im Allgemeinen bemerken, dass in den meisten Fällen über die ganze Lendengegend hin Rippenrudimente erhalten sind, und der äusseren Form nach weder in der Bildung der Sacralregion noch in dem Verhalten der Schwanzwirbel fundamentale Abweichungen von den Crocodilen zu erwarten sein dürften.

Von besonderem Interesse erscheint das Verhalten von Rippen und unteren Bögen in der Caudalregion der Schildkröten. Gegenbaur betrachtete dasselbe schon als einen Einwurf gegen seine Auffassung, über den er dem Anscheine nach nicht ungezwungen hinwegzugelangen vermochte. Indem er bei den Schildkröten das Erforderniss der Continuität für diejenigen Wirbel, welche für die Benützung der Reihenvergleichung nothwendig in Betracht kommen, constatirte, erkannte er an, dass die am Rumpfe bislang als Rippen gedeuteten Gebilde sich auch auf die Schwanzwirbelsäule fortsetzen und auch an denselben Wirbeln vorkommen, welche die als Rippen in Anspruch genommenen unteren Bögen[1] besitzen.

Da Gegenbaur von der Bedeutung der unteren Bogen als Rippen überzeugt war, musste er auf Grund seiner Beobachtungen bei Crocodilen folgerichtig die Deutung der discreten

---

[1] Untere Bögen der Schwanzregion fehlen allerdings den meisten Schildkröten oder sind doch nur in Spuren erhalten. Ansehnlich entwickelt treten sie jedoch bei den Chelydren hervor, die also hier in erster Linie zur Vergleichung heranzuziehen sind. Nach Stannius sollen die-

Querstücke als Rippen bestreiten und dieselben einfach als Querfortsätze, somit als Theile des Wirbels betrachten. Hiermit aber war der Knoten nicht gelöst, sondern zerhauen. Da der Begriff des Querfortsatzes, wie Gegenbaur an einer anderen Stelle[1] ausdrücklich anerkennt, die Ossification vom Wirbel aus voraussetzt, so wird mit jener Deutung der Begriff von Querfortsatz als Wirbelabschnitt der selbstständigen Rippe gegenüber aufgehoben, mindestens neben der aus dem unteren Bogen hervorgegangenen eigentlichen Rippe noch eine obere querfortsatzähnliche Rippe anerkannt. Allerdings ist nun die knorplige Anlage von Wirbel und rippenartiger Querspange ein continuirliches Skeletstück, indem sich nach Rathke die Knorpelsubstanz der Bogenschenkel ohne alle Unterbrechung in die Knorpelsubstanz der Rippen fortsetzt. Indessen kommt das gleiche Verhältniss oft, ja auch an entsprechenden Stücken höherer Thiere vor, deren Deutung als Rippen von Niemanden bezweifelt wird, z. B. bei den Halsrippen der Säugethiere und den Sacralrippen derselben. (Siehe die Anmerkung.) Nichts hindert in solchen Fällen bei nachfolgender selbstständiger Ossification eine secundäre Concrescenz ursprünglich discreter Knorpelan-

---

selben bei Chelydra allen mit Ausnahme der beiden vorderen Caudalwirbel zukommen, ich vermisse sie jedoch nur am ersten Schwanzwirbel, da der zweite an seinem hinteren Ende schon zwei getrennte Bogenstücke trägt. Erst am vierten vereinigen sich dieselben zum bogenförmigen Abschlusse.

[1] C. Gegenbaur: Beiträge zur Kenntniss des Beckens der Vögel, pag. 210, Anmerkung. Hier wird gerade der Umstand, dass die Querstücke am Sacrum selbstständig ossificiren, gegen E. Hasse und W. Schwark zum Beweis ihrer Rippennatur benützt. „Wir treffen nun in ihnen knorplige Gebilde, die nicht Querfortsätze vorstellen können, da sie nicht vom Wirbelbogen aus verknöchern und da schon Querfortsätze vorhanden sind. Wir werden also jene Elemente als Rippen zu deuten haben und zwar als Rippenrudimente, da sie nicht mehr vollständige Spangen sind und zugleich ihre knorplige Anlage mit Wirbeln verschmolzen haben.“ Somit wird nicht etwa die Continuität der Knorpelanlage von Wirbel und Querstück als Beweis des letzteren gegen die Deutung als Rippe benützt, sondern gerade umgekehrt. Das Vorhandensein eines Querfortsatzes aber im Falle des Sacrum ist nur von untergeordnetem Werthe, da derselbe ja nichts als ein knöcherner Auswuchs des Wirbels ist und stärker oder schwächer auftreten, eventuell vollkommen hinwegfallen kann. (Sacrum der Crocodile.)

lagen anzunehmen, und nach dem Verhalten der knorpligen Rippen an Hals und Sacralgegend von Säugern auch die Rippenstücke am Rumpfe der Schildkröten zu beurtheilen. Das hervorgehobene Verhalten begründet also noch keineswegs die morphologische Verschiedenheit der als abgegliederten Querfortsatz gedeuteten Spange von der echten Rippe.

Als besonders zutreffende Beispiele für die in Betracht kommenden Verhältnisse des Schildkrötenskelets habe ich die hintere Region der Wirbelsäule einer Landschildkröte, *Chelonoides* Boiei Fitz. und der *Chelydra serpentina* gewählt. Bei der ersteren sehen wir sowohl die Rippen des neunten und zehnten Dorsolumbalwirbels (Fig. 3 $DL.^{9}$ und DL^{10}) als Praesacralrippen als auch die der beiden vorderen Caudalwirbel (C^1 und C^2) als Postsacralrippen zur Stütze des Darmbeines verwerthet und über die ganze ansehnliche Caudalregion hin die Querfortsätze als getrennte Knochenstücke entwickelt. Über die Gleichwerthigkeit aller dieser Elemente und über ihre Bedeutung als discrete Glieder des Systems der transversalen Wirbelfortsätze kann nicht der leiseste Zweifel bestehen, ebensowenig wie über den Mangel jeglicher Beziehung derselben zu dem unteren Bogensystem. Vergleichen wir die entsprechende Region von *Chelydra serpentina* (Fig, 4), so finden wir hier die Rippe am zehnten Dorsolumbalwirbel ($DL.^{10}$) höchst rudimentär, dagegen die entsprechenden Querstücke der beiden Sacralwirbel und ganz besonders des vorderen zur Stütze der Darmbeine mächtig entwickelt. Dass diese zwischen Wirbel und Os ileum eingekeilten discreten Knochenbrücken dieselbe morphologische Bedeutung wie die gleichen und wegen ihrer Sonderung als Rippen gedeuteten Querstücke am Sacrum der Crocodile entsprechen, wird schwerlich im Ernste bezweifelt werden können, am wenigsten aber von Gegenbaur, welcher mit dem ihm eigenthümlichen Scharfsinn das Auftreten von Rippen als Querbrücken der primären Sacralwirbel als eine morphologisch bedeutsame Erscheinung für sämmtliche höhere Wirbelthiere verwerthet hat.

Schreiten wir nach der Caudalregion vor, so finden wir an den drei bis vier vorderen Wirbeln derselben die gleichen durch Nähte gesonderten Seitenfortsätze oder Rippenrudimente, während

an den nachfolgenden Wirbeln die Nähte verschwunden und die Rippen zu Querfortsätzen geworden sind. Schon am zweiten Wirbel aber beginnt das Auftreten gesonderter unterer Bogenstücke, welche sich vom vierten Wirbel an bogenförmig vereinigen und mit den an denselben Wirbeln durch gesonderte Querfortsätze repräsentirten Rippen nicht zusammengestellt werden können.

Mit Recht hat Rathke bereits die von ihm ermittelte Entstehungsweise der Schildkrötenwirbel für die morphologische Beurtheilung in Betracht gezogen und darauf hingewiesen, dass in dem frühesten als häutig zu bezeichnenden Zustande der Skeletanlage die Rippen überhaupt nur Fortsätze von Wirbeln vorstellen und erst mit der knorpligen Differenzirung in der Regel discret werden. Jedenfalls ergibt sich aus diesem Verhalten der höheren Wirbelthiere die directe Beziehung der Rippe zum System der Querfortsätze, so dass man dieselbe vielleicht am besten geradezu als seitliches Theilstück des Querfortsatzes betrachten kann, welches bei eintretender Rigidität in grösserem oder geringerem Umfange selbstständig wird.

Mit dieser Deutung aber ist, wie mir scheint, die Beziehung zu dem unteren Bogensysteme und mit ihr die Auffassung Gegenbaur's nicht haltbar. Wollten wir die discreten Spangen der Schildkröten, die Gegenbaur Querfortsatz-ähnliche Rippen nennt, als abgegliederte rippenartige Querfortsätze auffassen, deren zugehöriger Rippentheil in der Schwanzregion als unterer Bogen auftrete, so würden wir zwar im Falle der Schildkröten einen künstlichen Ausweg gefunden haben, sofort aber bei Anwendung desselben auf das Crocodilskelet das Unnatürliche desselben anzuerkennen gezwungen sein.

Hier sind offenbar, wie sich durch die auch von Gegenbaur in gleicher Weise verwerthete Reihenfolge der Wirbel ergibt, die allmälig kürzer werdenden Querfortsätze der Lumbalwirbel in einem ganz kurzen Querfortsatz des ersten Sacralwirbels wiederholt, daraus aber, dass dieser Wirbel somit noch einen, wenn auch kurzen, Querfortsatz besitzt, „wird die Folgerung nothwendig, dass die fraglichen vier (discreten) Querfortsatzpaare (an den beiden Sacralwirbeln und an den zwei ersten Caudalwirbeln) keine wahren Querfortsätze sein können, dass

sie vielmehr Rippen vorstellen"[1] (Gegenbaur). Genau dieselbe Bedeutung als diese Stücke haben aber aus gleichem Grunde der Reihenentwicklung die discreten Querfortsätze des dritten, vierten und fünften Schwanzwirbels, welche somit Rippen sind und die unteren Bogen als Rippen ausschliessen.

Oder sollten wir wiederum zu Owen's Vorstellung zurückkehren und die Sternocostalstücke der Rippen als die unteren Bogenstücke *(Haemapophysen)* betrachten?

Wollten wir aber Gegenbaur's eigene Argumentation aufgeben und von den discreten Querstücken der Caudalwirbel[2] aus als durch Naht mit den Wirbeln verbundenen Querfortsätzen ausgehen (wie dies Stannius thut l. c. pag. 25 und 26), so würden wir auch die vorausgehenden discreten Stücke des Kreuzbeins als durch Naht gesonderte Querfortsätze und nicht als Rippen betrachten können und ebenso mit der Deutung des vorhandenen kleinen Querfortsatzes des ersten Sacralwirbels in Widerspruch gerathen, als den plötzlichen Schwund der Naht an den Querfortsätzen der Lumbalgegend nicht zu verstehen vermögen.

Eine Vergleichung der Skeletbildungen der Amphibien liefert uns nicht minder zutreffende Anhaltspunkte, da bei den Urodelen sowohl die schon von älteren Autoren, z. B. Stannius[3] und Hyrtl bewiesene Existenz von Sacralrippen als das Auftreten mächtiger und zwar nicht durch Naht vom Wirbelkörper getrennter Querfortsätze der Caudalregion unzweifelhaft steht.

Was zunächst das Vorkommen von Rippen anbetrifft, so ist bekannt, dass mit Ausnahme von Proteus in der Regel sämmtliche Rumpfwirbel (vom vordersten oder Halswirbel abgesehen) an ihren Querfortsätzen kurze Rippen tragen. An eine besonders

---

[1] Lehrbuch der vergl. Anatomie, III. Aufl., pag. 446.

[2] Auch Rathke betrachtete die letzten der rippenartigen Fortsätze der Schildkröten als Querfortsätze und Stannius, Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere, Berlin 1854, pag. 10, lässt für die queren Schenkel am Schwanz der Chelonier und Crocodile die Deutung zu, dass dieselben mit den Wirbeln durch Naht verbundene Querfortsätze sind.

[3] Stannius, l. c. pag. 12. Mit Ausnahme von Proteus ist bei den mit Becken versehenen Gattungen der einzige Kreuzbeinwirbel Rippen tragend und dem Rippenende das Os ileum angeheftet.

starke Rippe des Sacralwirbels ist das Os ileum angeheftet. Aber auch an den vorderen Caudalwirbeln und an solchen, welche bereits untere Bogenelemente tragen, treten Rippenrudimente und zwar am Ende von Querfortsätzen auf. Für diese letztere Behauptung erlaube ich mir zunächst einige Angaben aus der Literatur hervorzuheben und alsdann meine eigenen Beobachtungen folgen zu lassen.

Stannius[1] führt an, „bei einigen Amphibien, wie bei *Menopoma*, *Salamandra* seien den vordersten Schwanzwirbeln Rippenrudimente angeschlossen, dort dreien, hier zweien.“ Hyrtl[2] hebt für *Cryptobranchus japonicus* hervor, dass die zwei vorderen Schwanzwirbel Rippen tragen und nur der vorderste Schwanzwirbel der unteren Bogenstücke (untere Dornfortsatz) entbehre. Bei *Menopoma* fehle der untere Bogen nur dem vorderen Caudalwirbel, aber auch nur dieser trage eine Rippe (möglicherweise seien jedoch durch die Schuld des Präparators die Rippenrudimente an den Querfortsätzen der nachfolgenden Schwanzwirbel an dem betreffenden Skelet hinweggefallen); bei *Triton* und *Salamandra* würden untere Bogenstücke ebenso wie bei Amphiuma am dritten, bei *Menobranchus*, Proteus und Siredon sogar erst am vierten Caudalwirbel bemerkt.

R. Owen[3] beschreibt nur am ersten Schwanzwirbel von *Menopoma* ein knöchernes Rippenpaar, lässt aber knorplige Rippenrudimente auch an den Querfortsätzen der drei nachfolgenden Schwanzwirbel, welche sämmtlich untere Bogenstücke tragen, vorhanden sein. Wiedersheim,[4] dem wir neuerdings eine eingehende Bearbeitung der Anatomie der Salamandrinen verdanken, constatirt für *Salamandra perspicillata* das Vorhandensein von Rippen an den Querfortsätzen der beiden vorderen Caudalwirbel und bemerkt weiter, dass vom siebzehnten Wirbel an, der das letzte Rippenpaar trägt, untere Fortsätze auftreten.

---

[1] Stannius, l. c. pag. 12.

[2] Hyrtl: *Cryptobranchus japonicus*. Schediasma anatomicum etc. Wien 1865, §. 27 und §. 30.

[3] R. Owen Anatomy of vertebrates, Tom. I. London 1866, pag. 48.

[4] R. Wiedersheim: Salamandra perspicillata und Geotriton fuscus etc. Genua 1875, pag. 118 und 124. Vergl. auch die Tabelle auf pag. 116.

Es liegen somit bereits eine Reihe von Beobachtungen vor, nach denen ein oder mehrere Caudalwirbel von Schwanzlurchen an ihren Querfortsätzen Rippenrudimente und zugleich an der unteren Fläche untere Bogenstücke tragen. Nur unter der noch nicht begründeten Voraussetzung, dass die unteren Bogen der Amphibien in einem anderen morphologischen Verhältniss zu den Wirbeln stünden, wie bei den Reptilien und Säugethieren, dass sie wie bei den Teleostiern nur analoge, durch Anpassung zu gleicher Formgestaltung gelangte Ausläufer der Wirbelkörper seien, würden diese Thatsachen ihre entscheidende Bedeutung verlieren.

Was zunächst die Salamandrinen anbetrifft, so scheinen die meisten derselben für die vorliegende Frage minder günstig. Bei *Salamandra maculosa* fand ich in mehreren Fällen am Querfortsatz des vorderen Caudalwirbels ein Rippenpaar. Ausnahmsweise mag auch der nachfolgende Wirbel noch ein Rippenrudiment tragen; da jedoch die unteren Bogenstücke erst am dritten Caudalwirbel auftreten, so ist das Vorkommen jener Rippenreste nicht verwerthbar. Bei *Spelerpes, (Pseudotriton) salmoneus* Stor. scheint indessen noch am vorderen Schwanzwirbel ein kleines Rippenrudiment vorzukommen, ebenso bei *Amblystoma punctatum* Lin. (*Salamandroides venenosa* Fitz), wie ich aus dem Vorhandensein breiter lateraler Facetten der ansehnlichen Querfortsätze an trocken aufgestellten Skeleten schliesse. *Pleurodeles Waltlii* Michah. besitzt ebenfalls ein caudales Rippenpaar. Noch weniger können die Triton-Arten in Betracht gezogen werden, da dieselben der Rippenreste an den Querfortsätzen der Caudalwirbel überhaupt entbehren.

Von Bedeutung bleibt demnach ausschliesslich *Salamandrina perspicillata* Savi, für welche ich mich freilich ausschliesslich auf die Angabe von Wiedersheim zu beziehen vermag.

Weit bedeutungsvoller erscheinen die grossen *Derotremen*. Bei *Cryptobranchus japonicus* (Andrias Sieboldii) vermochte ich bei einem Exemplare nur an dem Querfortsatze des vorderen Caudalwirbels (22. Wirbel) ansehnliche Rippenreste zu constatiren, während sie an dem zweiten, bereits mit unteren Bogenstücken versehenen Caudalwirbel fehlten, indessen ist der Mangel derselben an dieser Stelle möglicherweise der Präpara-

tion und Aufstellung des trockenen Skeletes zuzuschreiben. An einem in dem Hofmuseum zu Wien befindlichen Skelet des Riesensalamanders trägt schon der erste (auf das hier aus zwei Wirbeln (21 und 22) gebildete Sacrum folgende) Caudalwirbel (23) einen unteren Bogen, jedoch fehlt an dem Querfortsatz ein Rippenrudiment. An dem von Hyrtl[1] untersuchten Exemplare trugen die beiden vorderen Caudalwirbel (23 und 24) Rippen, und fanden sich gleichzeitig an dem zweiten Wirbel (24) untere Bogenstücke. An einem zweiten im Hofmuseum befindlichen *Cryptobranchus*-Skelet, an welchem das Os ileum am 20. Wirbel befestigt ist, finden sich Rippen an den 3 vorderen Caudalwirbeln (21, 22, 23) von denen der letzte auch untere Fortsätze bildet.

Bei *Menopoma alleghaniense* finde ich an zwei trocken aufgestellten Skeleten[2] knöcherne Rippen an den ansehnlichen Querfortsätzen des vorderen Caudalwirbels und in einem Falle an den drei, in einem anderen an den vier nachfolgenden Wirbeln terminale Facetten der Querfortsätze, welche auf den späteren Ausfall ursprünglich vorhandener Rippenrudimente hinweisen. Um für diese Deutung Sicherheit zu gewinnen, habe ich zwei gut erhaltene Weingeistexemplare mit grosser Sorgfalt präparirt und in beiden Fällen ansehnliche Rippenanhänge auch an den drei beziehungsweise vier entsprechenden, bereits untere Bogen tragenden Schwanzwirbeln constatiren können.

Auch an fossilen Amphibien wurden Rippenreste an Caudalwirbeln zugleich mit unteren Bogenstücken beschrieben, und ich darf mich in dieser Hinsicht auf die Abhandlungen H. v. Meyer's[3] beziehen, welcher für die Labyrinthodonten und insbesondere für *Archegosaurus* das Vorhandensein einer grösseren Zahl von Caudalrippen wahrscheinlich gemacht hat.

Wenden wir uns zu dem Rumpfskelet der Säugethiere, deren Regionen bekanntermassen eine viel schärfere Abgren-

---

[1] L. c. §. 30.

[2] Nr. 35 und 36 der vergl. anat. Sammlung zu Wien.

[3] H. v. Meyer: Reptilien aus der Steinkohlenformation in Deutschland. Palaeontographica. 1856—1858, pag. 105, 166. Tafel XXIII. „Aber auch am Schwanze war die Wirbelsäule noch mit Rippen versehen, die im vorderen Theile sich durch Länge und gerade Form ausgezeichnet zu haben scheinen."

zung, als dies bei Amphibien und Reptilien möglich ist, gestatten, so finden sich in der Literatur einige bemerkenswerthe Fälle für das Vorhandensein von Rippenresten an vorderen Caudalwirbeln, sowie in der Lendengegend verzeichnet, und zwar aus einer Zeit stammend, in welcher das so verbreitete Vorkommen besonderer Knochenkerne als Rudimente von Sacralrippen noch nicht erwiesen war. Am bekanntesten dürfte das von Joh. Müller[1] beschriebene Beispiel des Gürtelthierfötus sein, „an welchem die ersten Schwanzwirbel nicht allein durch rippenartige Fortsätze mit den Sitzbeinen verbunden sind, sondern auch die nächst folgenden Schwanzwirbel an ihrem Querfortsatz einen langen, durch Naht mit dem Querfortsatz verbundenen rippenartigen Fortsatz tragen, während unter den Wirbelkörpern doch der untere Bogen oder Dornfortsatz als besonderer Knochen gilt.“ Gegenbaur[2] legt diesen Angaben Joh. Müller's nicht den Werth bei, um durch dieselben seine Auffassung als widerlegt zu betrachten, bemerkt vielmehr, dass in jenem Falle nicht angegeben sei, ob die Rudimente freie, selbstständige Gebilde oder nur Ossificationen am Ende des knorpligen Querfortsatzes vorstellten. „Da man früher diesen Ossificationen durchgehends eine gleich hohe Bedeutung zulegte und nicht weiter unterschied, ob der sie tragende Theil eines Skeletstückes in der That einmal selbstständig existirte, so kann jenen Beobachtungen kein Gewicht beigelegt werden.“

Anmerkung. Übrigens war Gegenbaur damals noch nicht mit der allgemeinen Persistenz von Rippenrudimenten an den Sacralwirbeln bekannt, da er sonst nicht als Gegengrund weiter bemerkt haben würde, „das Bestehen eines nicht unbeträchtlichen Abschnittes an der Wirbelsäule, der keine Rippen besitzt, macht das Vorkommen von vermittelnden Zuständen unmöglich. Mit der grossen Differenzirung der Wirbelsäule und deren Zerlegung in mehrere functionell ungleichwerthige Abschnitte, wobei die Verbindung des Beckengürtels mit der Wirbelsäule eine besonders hervorragende Rolle spielt, wird auch die ursprüngliche Gleichartigkeit der Anfangsgebilde des Axenskeletes gestört, und es werden die Modificationen eines und desselben Skelettheiles einander fremd erscheinen.“

---

[1] Joh. Müller: Vergl. Anatomie der Myxinoiden. T. I, pag. 158 (1834).

[2] C. Gegenbaur: Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule des Lepidosteus, pag. 416.

Die Gelegenheit, ein allerdings nicht sehr wohl erhaltenes, trocken aufgestelltes Skelet eines jugendlichen Gürtelthieres und eines Embryos derselben Art *(Dasypus novemcinctus)* näher zu vergleichen, gab mir erwünschten Anlass, nach neuen, für unsere Frage entscheidenden Gesichtspunkten zu suchen. Wir finden im Ganzen zehn Wirbel zur Bildung des Sacralabschnittes verwendet, von denen die beiden vorderen (Fig. 6 S' S'') als Hauptsacralwirbel, die nachfolgenden drei Wirbel als accessorische, die letzten fünf endlich als Ischiosacralwirbel bezeichnet werden mögen.

Der vordere der accessorischen Wirbel Ps^1 heftet sich mit einem Theile seines Querstückes noch an das Os ileum an, die zwei folgenden (Ps^2 und Ps^3) bieten dagegen keinen Anschluss, während die letzten fünf Wirbel wiederum mit ihren Seitentheilen das Sitzbein stützen. (Fig. 5 O. isch.) Diese fünf Ischiosacralwirbel tragen vollkommen discrete rippenartige Querfortsätze, welche sich seitlich, durch dorsale und ventrale Suturen abgegrenzt, an Wirbelkörper und Bogenstück anlegen und wie ich mich überzeugte, als selbstständige Stücke isolirbar sind. Das Gleiche gilt von den schwächeren, spangenartigen Seitenfortsätzen der vier vorderen Caudalwirbel (Fig. 5 C^1 bis C^4), welche sämmtlich untere Bogen tragen; auch diese Seitenfortsätze sind selbstständige rippenartige Spangen, welche denen der vorausgehenden Wirbel morphologisch gleichwerthig sind, was unzweideutig auch das Verhalten des letzten Ischiosacralwirbels[1] beweist, der seine nach vorne gerichteten Querstücke nur theilweise zur Stütze des Beckens verwendet und offenbar zuletzt aus der Reihe der Caudalwirbel in die Sacralregion übergetreten ist.

Es erscheint von Bedeutung, dass die Länge der rippenartigen Querspangen in der Richtung von hinten nach vorne abnimmt, dass der vordere Ischiosacralwirbel (Fig. 6 Jsc.[1]) nur noch ein ganz kurzes, aber breites, schräg abgestutztes Rippen-

[1] An einem leider trocken aufgestellten Skelet eines Fötus von *Dasypus sexcinctus* (Nr. 62 der hiesigen Sammlung) finde ich den letzten Wirbel noch als vorderen Caudalwirbel vollkommen getrennt und somit vier Ischiosacralwirbel, deren seitliche discrete Knochenkerne den rippenartigen Querfortsätzen der sieben vorderen Schwanzwirbel durchaus entsprechen. Fig. 8.

stück trägt. An der Basis desselben sieht man aber auch schon dorsalwärts einen ganz kurzen Querfortsatz vom oberen Bogen gebildet, während die ventrale Naht des Rippenrudiments die Grenze des Wirbelkörpers bezeichnet. (Fig. 5.) Schreiten wir zur Betrachtung der vorausliegenden Sacralwirbel vor, deren Seitenränder frei bleiben und durch ein nach hinten gerichtetes fibröses Ligament verbunden sind, so vermissen wir discrete Rippenanlagen, während sich der schon am vorderen Ischiosacralwirbel deutlich erkennbare Querfortsatz (Fig. 6, 7) eine ganz ansehnliche Stärke und Dicke gewonnen hat. Die mit dem Hüftbein verbundenen vorderen Hauptsacralwirbel lassen wiederum an der Ventralseite ihrer kräftigen Querfortsätze nicht minder ansehnliche Rippenstücke als discrete, durch Naht fest angefügte, Elemente erkennen, welche die Dicke der Querbrücke um das Mehrfache verstärken. (Fig. 5 und 7 *a. b.*) An der linken Seite fällt in unserem Präparat eine auffallende Asymmetrie des vorderen Sacralwirbels auf, indem statt des einfachen Querstücks ventralwärts eine Theilung desselben in einen vorderen und hinteren Knochenkern vorzuliegen scheint. Indessen handelt es sich doch nur um eine Verschiebung der ventralen Rippenplatte (*a*) an dem stark vorspringenden Querfortsatz, welche die Richtigkeit unserer Deutung nur bestätigt.

Mein Bemühen, für den dritten Sacralwirbel (ersten accessorischen Sacralwirbel), welcher sich auch noch direct an das Hüftbein anheftet, ein Rippenrudiment an der Ventralseite des mächtigen Querfortsatzes nachzuweisen, blieb zwar resultatlos, da das Object der Untersuchung in keinem so gut conservirten Zustand sich befand, um ohne Zerstörung Sicherheit zu erhalten. Wahrscheinlich ist jedoch auch hier an der Verbindungsstelle ein Rippenrudiment vorhanden (Ps^1), ja es ist nicht unmöglich, dass auch an den freien (Ps^2 und Ps^3) Sacralwirbeln kleine discrete Stücke vielleicht in einer früheren Entwicklungsphase erkannt werden, die entweder eine Rückbildung erfahren haben oder sehr frühzeitig mit der Anlage des Querfortsatzes verschmolzen sind.

Eine ursprüngliche Continuität in Form und Bau der durch die Anheftung des Extremitätengürtels umgestalteten Wirbel dürfte wohl auch für die ältesten, den Reptilien ent-

stammten Säugethieren vorausgesetzt werden. Rippenrudimente waren sowohl an den Lumbalwirbeln (wie jetzt noch bei fast allen Eidechsen in ganzer Länge der Lendengegend) als an den Sacralwirbeln vorhanden, wo wir sie noch bei den Crocodilen und Edentaten (Gürtelthieren) als selbstständige Querstücke zugleich mit den Elementen des unteren Bogensystems beobachten.

Für das Auftreten selbstständiger Knochenkerne und Knorpelanlagen an den Querfortsätzen von Lendenwirbeln liegt nicht nur der bekannte von Theile[1] beschriebene Fall des Schweinsfötus vor, dessen drei hintere Lendenwirbel an ihren Querfortsätzen gesonderte Knochenkerne besitzen, sondern der neuerdings von E. Rosenberg geführte Nachweis von Rippenanlagen an den fünf Lendenwirbeln des menschlichen Embryos. Ich will dem noch hinzufügen, dass an jugendlichen Delphinskeleten die Querfortsätze sowohl der Lendenwirbel als der vorderen Sacralwirbel gesonderte Knochenkerne enthalten, welche in die Bildung des Querfortsatzes mit aufgenommen werden. Somit haben wir auch hier wie wahrscheinlich an vielen anderen Beispielen den Fall, dass die mächtigen Querfortsätze der Lumbalwirbel die frühzeitig verwachsenen Rippenrudimente in sich anschliessen und als „Seitenfortsätze“ zu bezeichnen sind.

Und in der That mussten überall da noch Anlagen von Rippen in der hinteren Lendenregion fortbestehen, wo sich in langsamer Bewegung eine Lagenveränderung des Beckens in der Richtung von hinten nach vorne vollziehen konnte, da es Rippenreste sind, welche überall die Verbindung des Os ileum mit der Skeletachse vermitteln.

Bei den Gürtelthieren habe ich die zwei vorderen Sacralwirbel nicht etwa als primäre (wie Gegenbaur die Acetabularwirbel der Vögel), sondern als Hauptsacralwirbel bezeichnet, um den zur Zeit bestehenden Verhältnissen Rechnung zu tragen.

Wenn wir die relativ geringe Zahl von Rumpfwirbeln der jetzt lebenden Gürtelthiere berücksichtigen — bei *Dasypus novemcinctus* folgen auf die Halswirbel nur 11 Rücken- (bei *Dasy-*

---

[1] Archiv für Anatomie und Physiologie 1839, pag. 106.

pus peba nur 10) und 5 Lendenwirbel, ein Verhältniss also, wie es nur bei Anthropomorphen wiederkehrt, so wird es doch mehr als wahrscheinlich, dass das Os ileum hier eine bedeutende Wanderung in der Richtung nach vorne erfahren hat, und bei den Stammformen der Gürtelthiere das Darmbein von den Rippen weit später folgender Wirbel getragen wurde. Die Lagenveränderungen aber des Kreuzbeins, welche Rosenberg[1] bei den Anthropomorphen in so klarer und verständlicher Weise dargethan hat, spielen in der phylogenetischen Entwicklung der höheren Vertebraten eine ausserordentlich bedeutende Rolle, und es ist geradezu ein Bedürfniss der Wissenschaft, nach dieser Seite hin neue und umfassende Beobachtungen anzustellen. Wie ich mich überzeugen konnte, sind nun schon bei den Amphibien und Reptilien Wanderungen des Beckens nachweisbar, eine Mahnung, dem Begriff von primären Beckenwirbeln eine vorsichtige Beschränkung zu geben. Ja es ist wahrscheinlich, dass nicht nur in der Richtung nach vorne, sondern auch umgekehrt nach der Caudalgegend hin ein allmäliges Weiterrücken des Beckens bei niederen Gliedern der Vertebratengruppe erfolgte *(Amphiuma)*, dass in continuirlicher Reihenfolge Caudalwirbel herangezogen wurden, um unter Verlust ihrer unteren Bogenstücke die Rippenanlagen ihrer Querfortsätze als Träger des Darmbeines umzugestalten. Ich werde diese in natürlichem Anschluss an die Erörterung des Verhältnisses von Rippen und unteren Bogen sich aufdrängenden Fragen im nachfolgenden Abschnitte etwas eingehender und zwar zunächst für die Amphibien behandeln. Hier kam es mir in erster Linie darauf an, darzuthun, dass untere Bogen und Rippen von den Amphibien an bis zu den Säugethieren morphologisch verschiedene Bildungen sind, dass diese dem System der Querfortsätze angehören, während jene die oberen[2] das Nervencentrum um-

---

[1] Emil Rosenberg: Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule und des *Centrale carpi* des Menschen. Gegenbaur. Morph. Jahrb. I. 1875.

[2] Allerdings ist die Bedeutung von unteren und oberen Bogenstücken als einander gegenüberliegenden, aber gleichwerthigen Gebilden an der Skeletaxe keineswegs bewiesen und soll auch nur aus dem Verhalten, welches wir bei Petromyzon in der Schwanzregion beobachten, als wahrscheinlich hingestellt werden.

schliessenden Elemente an der unteren Seite der Axe wiederholen.

2. Verschiebungen des Darmbeines und der Sacralregion der Wirbelsäule von Amphibien.

Die bedeutenden Modificationen, welche in Zahl und Gestaltung der Wirbel an den einzelnen Regionen der Wirbelsäule zunächst bei vierfüssigen Vertebraten auftreten, sind nicht nur durch Übergänge und sogenannte Assimilationen an den Grenzen aufeinander folgender Regionen, sondern auch und zwar in ungleich höherem Grade durch die Lage des Beckens an der Wirbelsäule bedingt.

Es ist hinreichend bekannt und auf dem Wege der Vergleichung längst nachgewiesen, dass die bei den Säugethieren meist scharf begrenzten Regionen der Wirbelsäule, bei Amphibien und Reptilien viel weniger bestimmt charakterisirt werden können und hier meist ganz allmälig in einander übergehen. Stellen wir uns das einfachste Verhältniss vor, welches beim Mangel der Extremitäten möglich ist und in der That für fusslose Reptilien zutrifft, so finden wir einen grossen, die Leibeshöhle bergenden Abschnitt als Rumpf von der verschmälerten und als Bewegungsorgan bedeutungsvollen Caudalregion abgegrenzt, ersteren durch das Vorhandensein ansehnlicher nach hinten zu verjüngter Rippen, diesen durch das Hinzutreten unterer Bogenstücke[1] charakterisirt. Dass freilich Rippenrudimente auch noch am Anfang der Caudalregion vorkommen, muss mit dem gleichen Rechte zugestanden werden, als die Wahrscheinlichkeit des frühzeitigen Ausfalles der unteren Bogenstücke an dem vorderen oder gar an mehreren Caudalwirbeln.

Somit dürfte schon hier die Grenze beider Regionen der Wirbelsäule nicht absolut scharf bestimmbar sein, dieselbe wird auch in der Praxis mehr durch die Ausdehnung der Leibeshöhle und die Lage des Afters als durch ein osteologisch sicheres und unveränderliches Merkmal festgestellt.

---

[1] Dass untere Bogenelemente ursprünglich am Rumpfe ganz fehlten, scheint uns zur Zeit nicht bewiesen zu sein. Ich verweise auf die unpaaren Platten am Rumpfe des Labyrinthodonten.

Sobald nun eine hintere[1] Extremität als Hebelsystem zur Fortschiebung des Rumpfes hinzutritt, wird dieselbe wohl immer vor dem ersten, ein unteres Bogenstück tragenden Wirbel an das verstärkte Rippenpaar eines hinteren, wir wollen sagen des letzten, Rumpfwirbels angefügt. Stellen wir uns noch den vordersten Wirbel als Träger des Schädels etwas abweichend gestaltet und des Rippenpaares verlustig gegangen vor, so haben wir im Wesentlichen die bei den Amphibien bestehenden Verhältnisse verwirklicht. Unter Ausschluss des ersten als Halswirbel zu bezeichnenden Wirbels und des letzten oder Sacralwirbels repräsentirt die Wirbelsäule des Rumpfes eine gleichmässig gestaltete Dorsolumbalregion von mächtiger Ausdehnung, deren hintere Grenze aber bei der Verschiebung und Lagenveränderung des zum Os ileum bezogenen Sacralwirbels nach der Caudalregion hin keineswegs unveränderlich, vielmehr mannigfachen Schwankungen ausgesetzt ist.

Für diese thatsächlich stattfindende Bewegung des Darmbeines in der hinteren Grenzgegend des Rumpfes glaube ich eine Reihe unzweideutiger Beweise vorlegen zu können. Anstoss zu den mitzutheilenden Beobachtungen gab mir der Vergleich von zwei in der hiesigen Sammlung aufgestellten Menopomaskeleten, von denen das eine die von Hyrtl[2] beschriebene asymmetrische Gestaltung des vorderen Caudalwirbels zeigt. Diese und ähnliche für mehrere Eidechsen nachgewiesene Asymmetrien, die zwar unter den Begriff der „Assimilation" subsummirt, damit aber in ihrer Bedeutung noch keineswegs verstanden waren, legten mir den Gedanken nahe, dass es sich bei diesen Bildungen

[1] Hier ist nicht die Frage nach Herkunft und Bedeutung der hinteren Extremität, nach ihrer ursprünglichen morphologischen Gleichwerthigkeit vielleicht mit einem Bogen des Kiemenskelets zu erörtern, da dieselbe auf dem Gebiet der Knorpelfische und der Stammformen, von denen die nackten Amphibien abzuleiten sind, klar gestellt und beantwortet werden muss. Vergl. C. Gegenbaur: Zur Morphologie der Gliedmassen der Wirbelthiere, Morphol. Jahrbuch II. pag. 419, ferner Owen etc.

[2] J. Hyrtl: Über Wirbelassimilationen bei Amphibien. Sitzungsber. der kais. Akad. der Wiss. nat. Cl. XLIX, I. Abth. 1864, pag. 264.

nicht etwa um abnorme Missgestaltungen, sondern um allmälige Verschiebungen des Os ileum handelt, welche ein Vorwärtsrücken des Kreuzbeins vorbereiten, und mit einer regelrechten Lagenveränderung desselben als Übergangsstufen in Verbindung zu bringen sein möchten. Es kam demnach darauf an eine grössere Zahl von Exemplaren derselben Art und mehrere Arten gleicher Gattung auf Lage des Kreuzbeins und Zahl der Rumpfwirbel zu vergleichen, eventuell bei vorhandenen Variationen das Auftreten solcher Asymmetrien und deren Häufigkeit zu constatiren.

Gehen wir von den Salamandrinen aus, so hat bereits Cuvier[1] eine wie es scheint, wenig beachtete, jedoch von Owen[2] citirte Beobachtung von *Salamandra atra* mitgetheilt, welche für unsere Frage von grossem Interesse ist. Derselbe constatirt nämlich die Unbeständigkeit des Befestigungsortes vom Beckengürtel, welcher bald am fünfzehnten, bald am sechzehnten und in einem Falle rechtsseitig an dem sechzehnten, linksseitig am siebzehnten Rumpfwirbel befestigt sei. Noch bevor mir diese Angabe Cuvier's bekannt war, hatte ich eine grössere Zahl von Exemplaren des gefleckten Salamanders (*Salamandra maculosa*) verglichen und an vierzehn theils trocken aufgestellten, theils frisch präparirten Skeleten folgende Verhältnisse beobachtet.

Zahl der Exemplare	Halswirbel	Zahl der Dorsolumbalwirbel	Kreuzbeinwirbel	Zahl der Caudalrippen	Erster unterer Bogen am Caudalwirbel
2 (Fig. 9 *f*)	1	13	1 (15. Wirbel)	1 (16. Wirbel)	3 (18. Wirbel)
1 (Fig. 9 *a*)	1	14	1 (16)	1 (17)	3 (19)
7	1	14	1 (16)		3 (19)
1 (Fig. 9 *b*)	1	14	2 (16 u. 17) asym.		2 (19)
1 (Fig. 9 *c*)	1	14	2 (16 u. 17) asym.		3 (20)
1 (Fig. 9 *d*)	1	14	2 (16 u. 17) asym.		2 (19)
1 (Fig. 9 *e*)	1	15	1 (17)		3 (20)

[1] G. Cuvier: *Recherches sur les ossements fossiles.* Tom. V, pag. 413.
[2] R. Owen: *Anatomy of vertebrates.* Tom. I. 1866, pag. 49.

Unter vierzehn Exemplaren von *S. maculosa* fanden sich somit drei Fälle von asymmetrischer Wirbelassimilation der Sacralgegend. Acht Exemplare trugen einen normalen Beckengürtel am sechzehnten, ein Exemplar denselben am siebzehnten und ein anderes derselben am fünfzehnten Rumpfwirbel. Man sieht die vollkommene Parallele zu den für *S. atra*[1] angezogenen Beobachtungen Cuviers, nur dass die vorliegenden die Reihe durch Nachweis des siebzehnten Wirbels als Sacralwirbels vervollständigen und die dazu gehörigen Zwischenstufen in drei Modificationen zur Darstellung bringen, welche in fast continuirlichen Abstufungen den Antheil an der Sacralbildung vom sechzehnten Wirbel auf den siebzehnten übertragen. In Fig. 9 *b* sehen wir noch den sechzehnten Wirbel an beiden Seiten, wenn auch ungleichmässig betheiligt, und rechtsseitig noch den siebzehnten Wirbel durch Einschiebung des kurzen, dicken Rippenstückes am Darmbein befestigt. In Fig. 9 *c* betheiligt sich der sechzehnte Wirbel linksseitig, der siebzehnte rechtsseitig und in Fig. 9 *d* ist es der siebzehnte, welcher an beiden Seiten das Darmbein trägt, wenn auch rechtsseitig noch eine dünne, langausgezogene Rippengräte herabreicht.

Offenbar geht aus den mitgetheilten Thatsachen hervor, dass bei den Salamandrinen zur Zeit eine ganz bedeutende, dem herkömmlichen Artbegriff nicht gerade günstige Variabilität in der Lage des Beckens und in der Zahl der Rumpfwirbel besteht, indem selbst die Individuen derselben Art so grosse Verschiedenheiten zeigen. Handelt es sich nun bloss um eine unregelmässig schwankende Bewegung oder um eine Tendenz zur Verschiebung in der Richtung von hinten nach vorne oder waltet umgekehrt die Tendenz vor, durch Rückwärtsverlegung des Beckens die Zahl der Dorsolumbalwirbel mit Hilfe der gewissermassen freigewordenen Sacralwirbel zu vermehren und dadurch eine grössere Längsstreckung des Rumpfes als eine im Kampfe ums Dasein förderliche Umgestaltung im Laufe der Generationen zu erzielen? Ich glaube nicht zu irren, wenn ich aus dem vor-

---

[1] Auch für *Sal. atra* scheint das normale Verhältniss das zu sein, dass das Becken am sechzehnten Wirbel suspendirt ist, wie ich an drei in der hiesigen Sammlung befindlichen Skeleten zu entnehmen glaube.

geführten, zur Entscheidung freilich nicht ausreichenden Material die letztere Bewegung für die wahrscheinlichste halte. Es liegt nahe, in dem ersten unteren Bogen der Caudalregion einen relativ festen Punkt zu vermuthen, welcher für die Beantwortung unserer Frage heranzuziehen sein möchte. Der Vergleich hat jedoch ergeben, dass auch dieser je nach der Zahl der Wirbel variirt und mit der Verlängerung der Dorsolumbalgegend nach hinten (vom achtzehnten zum zwanzigsten Wirbel) rückt. Indessen möchte diese Thatsache an sich für die wahrscheinlich angenommene Verschiebung des Sacrums nach der Schwanzgegend sprechen, da bei umgekehrter Bewegung nicht wohl einzusehen wäre, wie die bereits verlustig gegangenen unteren Bogenstücke an vorausgehenden (18 bis 19) Wirbeln von Neuem gebildet werden könnten, vorausgesetzt freilich, dass es sich nicht um Anpassungen von Wirbelfortsätzen, sondern in den unteren Bogenstücken um selbstständig angelegte Elemente handelt. Zu dem besitzt eine fossile Salamander-Art, *Sal. laticeps* H. v. Meyer (Braunkohle Markersdorf) einen Rumpf mit vierzehn Wirbeln, auf welche der Sacralwirbel folgt.

Unter den Tritonen, von denen ich freilich bislang keine Art in grösserer Individuenzahl untersuchen konnte, herrscht eine ausserordentliche Verschiedenheit für die Zahl der Rumpfwirbel.

Auch ist bereits vor längerer Zeit ein Fall von asymmetrischer Wirbelassimilation von A. S. Schulze [1] bei *Triton cristatus* beobachtet worden, welcher darauf hinweist, dass ähnliche Bewegungen des Sacrums auch in dieser Gruppe gegenwärtig bestehen. Ich bin durch die Güte v. Siebold's [2] in die Lage versetzt, noch über einen zweiten, sehr interessanten Fall von asymmetrischer Wirbelassimilation eines *Triton taeniatus* (aus dem Museum in München) zu berichten.

In nachfolgender Tabelle will ich zunächst das bis larg über die Schwankungen der Wirbelzahl von Tritonarten ermittelte übersichtlich zusammenstellen.

---

[1] Meckel's Archiv für Physiologie. Tom. IV, 1818, pag. 379.

[2] Herr Professor Dr. v. Siebold in München war so gütig, mir auf meinen Wunsch eine Reihe von Zahlenangaben über Amphibienskelete des Münchener Museums mitzutheilen und spreche ich ihm für die freundliche Unterstützung meinen Dank aus.

	Halswirbel	Zahl der Dorsolumbal-wirbel	Sacrum	Erster unterer Bogen am Schwanz-wirbel
Triton cristatus	1	17	1 (19)	3 (22)
(Wiedersheim)	1	15	1 (17)	
(Exemplar des Museums in München)	1	15	1 (17)	3 (20)
(A. S. Schulze)	1	14	2 { 16 links, 17 rechts	
Triton taeniatus				
(3 Exemplare)	1	14	1 (16)	3 (19)
(Wiedersheim)	1	14	1 (16)	
Exemplar des Museums in München	1	12	2 { 14 rechts, 15 links	2 (17)
Triton helveticus				
(3 Exemplare)	1	12	1 (14)	
(Wiedersheim)	1	13	1 (15)	3 (18)
Triton nouchicus (Braunkohle des Siebengebirgs)	1	11 oder 12?	1	
Taricha torosa Esch. St. Francisco 3 Exemplare des Hofmuseums in Wien	1	12	1 (14	2 (16)

Wenn wir in dem Münchener Exemplare der gestreiften *Triton*-Art, deren Beckengürtel normal dem sechzehnten Wirbel anzugehören scheint, eine asymmetrische Verschiebung um anderthalb Wirbel nach aufwärts beobachten, so wird aus diesem Falle nicht nur die Lücke unseres Beobachtungsmateriales klar. indem es sicher auch asymmetrische Formen, an welchen das Os ileum am fünfzehnten und sechzehnten Wirbel befestigt ist, und ebenso Tritonen mit symmetrischen Becken am fünfzehnten Wirbel gibt, sondern auch der Übergang zu dem kleineren *Triton alpestris* mit normal verminderter Rumpfwirbelzahl hergestellt.

Bei anderen Salamandrinengattungen fand ich folgende Verhältnisse in der Zahl der Rumpfwirbel und Lage des Beckengürtels.

	Halswirbel	Zahl der Dorsolumbalrippe	Kreuzbein	Zahl der Caudalrippen	Erster unterer Bogen etc.
Pleurodeles Waltlii (2 Exemplare) 3 Exemplare des Museums in München	1	14	1 (16)	1 Caudalrippe	2 Caudalwirbel (18)
	1	14	1 (16)		3 (19)
Salamandroides venenosus (2 Exemplare)	1	14	1 (16)	1	3 (19)
Plethodon fuscum Grun. Charleston	1	15	1 (17)		2 (19)
Boletoglossa rubra Daudin Nordamerica	1	17	1 (19)		3 (22)
Amblystoma nigrum D. B. Charleston	1	15	1 (17)		3 (20)
Amblystoma Argas Dum Nordamerica	1	14	1 (16)		3 (19)
Amblystoma (Siredon) (3 Exemplare)	1	15	1 (17)		3 (20)
Spelerpes salmoneus	1	18	1 (20)		3 (23)
Salamandrina perspicillata (Wiedersheim)	1	13	1 (15)	2	2 (17)

Als häufige Durchschnittszahl erscheint somit auch bei den übrigen Salamandrinen und Tritonen die für die beiden Salamanderarten hervorgehobene. Auf den rippenlosen Halswirbel folgt eine Dorsolumbalregion von vierzehn rippentragenden Wirbeln und am sechzehnten Wirbel heftet sich das Sacrum an. Von dieser aus sehen wir bei den kleineren Tritonarten eine Reduc-

tion der Rumpflänge um ein oder zwei Wirbel, bei den grösseren Formen ist innerhalb derselben Art eine Vergrösserung um zwei bis drei Wirbel möglich. Wenn wir die freilich nicht vollständig erhaltenen Reste tertiärer Salamandrinen (Braunkohle des Siebengebirges und Rumburg in Böhmen) heranziehen, so möchte auch für die Tritonen der gegenwärtigen Epoche die Neigung durch Verlegung des Beckens in die Caudalregion eine grössere Wirbelzahl und bedeutendere Streckung des Rumpfes zu gewinnen, mehr Wahrscheinlichkeit als die entgegengesetzte der Verkürzung des Rumpfes und die Vorwärtsschiebung der Sacralregion für sich haben. Diese letztere aber wird wohl für Schwanzlurche einer viel früheren Periode bestanden haben und Anlass zu der phylogenetischen Entwicklung der Batrachier gegeben haben, bei denen bekanntlich das Os ileum an dem neunten Rumpfwirbel befestigt und die Caudalregion im Zusammenhang mit der neu gewonnenen Bewegungsform des hüpfenden Landthieres eine so vollständige Rückbildung erfahren hat.

Von Derotremen und Perennibranchiaten konnte ich folgende, theils durch eigene Beobachtung, theils durch Heranziehung einiger Literaturangaben feststellen.

	Halswirbel	Zahl der Dorsolumbalwirbel	Sacrum	Caudalrippen	Untere Bogen
(Cryptobranchus japonicus) Andrias Sieboldii (Schlegel[1]	1	20	1 (22)		
(Exemplar von Hyrtl[2])	1	20	1 (22)	2 Paar	
(Exemplar des Museums zu München)	1	19	2 {21 rechts / 22 links		2 (24)
(Exemplar von J. J. Schmidt[3] u. J. Goddart)	1	19	2 {21 rechts / 22 links		

[1] *Fauna Japonica Lugd.* Bat. 1838.

[2] J. Hyrtl: *Cryptobranchus Japonicus. etc.*

[3] J. J. Schmidt, J. Goddart en I van der Hoeven jun. *Aanteekeningen over de Anatomie van den Cryptobranchus Japonicus. Natuurkundige Verhandelingen van de Holl. Maatschappij der Wetenschappen te Harlem 19 deel I. St. 1862.* Die Zahlenverhältnisse sind nach der Tafelerklärung bestimmt, nicht nach dem Text, der von jener um 1 Wirbel differirt.

	Hals-wirbel	Zahl der Dorso-lumbal-wirbel	Sacrum	Caudal-rippen	Untere Bogen
(Exemplar des Hofnaturaliencabinets in Wien)	1	19	2 (21) Wirbel w. 22 durch Synostose verbunden		1 (23)
(Exemplar des vergl. anat. Museums in Wien)	1	19	1 (21)	1 (22)	2 (23)
2. Exemplar des Hofnaturaliencabinetes in Wien	1	18	1 (20)	3	3 (23)
Andrias Tschudii, *Tertiär*	1	20	1 (22)		
Andrias Scheuchzeri *(Oeningen)*	1	19 } ? 20 }	1 (22)		
Menopoma alleghaniense					
Zwei in Weingeist aufgestellte Skelete der vergl. anat. Sammlung	1	18	1 (20)	3	2 (22)
Trocken aufgestelltes Skelet derselben	1	18	1 (20)	1	2 (22)
Ebendaher	1	18	2 { 20 links, 21 rechts	(3 ?)	1 (22)
(Exemplar der Sammlung in München)	1	19	1 (21)		2 (23)
Amphiuma tridactylum (nach Hyrtl)	1	60	1		
Menobranchus lateralis	1	18	1 (20)		3 (23)
d. vergl. anat. Sammlung	1	17	1 (19)	1 (20)	4 (23)
Exemplar des Museums zu München	1	17	1 (19)		3 (22)
Proteus anguineus (3 Exemplare der Sammlung in München)	1	30	1 (32)		2 (34)

Wir sehen zunächst sowohl für *Menobranchus* die Zahl der Rumpfwirbel, wenn auch innerhalb enger Grenzen, zwischen achtzehn und neunzehn schwanken und das Sacrum im ersteren Falle am neunzehnten, im zweiten am zwanzigsten Wirbel be-

festigt. Dass der beckentragende Wirbel jener Form dem letzten Dorsolumbalwirbel der zweiten entspricht, wird um so weniger zweifelhaft sein können, als sich der erste untere Bogen in zwei Fällen am dreiundzwanzigsten Wirbel findet. Aus diesem Grunde möchte ich auch die grössere (19) Zahl der Rumpfwirbel für die normale halten. Halbseitige Zwischenformen zwischen beiden werden zweifelsohne vorkommen, wenn gleich sie meines Wissens bislang nicht beschrieben worden sind.

Auch für *Menopoma* dürfen wir die gleiche (19) Zahl von Rumpfwirbeln (ein Halswirbel, achtzehn Dorsolumbalwirbel) als die normale betrachten und demgemäss den bekannten, von Hyrtl beschriebenen Fall von asymmetrischer Wirbelassimilation auf einseitige Heraufziehung des ersten Caudalwirbels beziehen, der wie auch noch die nachfolgenden zwei oder drei Schwanzwirbel Rippenrudimente trägt. Der erste untere Bogen gehört schon dem zweiten Caudalwirbel (22) an. In der That wird in dem Münchener Exemplare der 21. Wirbel rechts und links der Becken tragende, und nun fällt am 22. Wirbel der untere Bogen hinweg.

Bei *Cryptobranchus (Andrias) japonicus*, dessen Wirbelsäule uns nach mehrfacher Richtung höchst interessante Modificationen darbietet, werden wir von der grösseren Zahl (21) der Rumpfwirbel als Norm ausgehen können, zumal auch an der tertiären *Andrias Tschudii*, wie wahrscheinlich auch an dem riesigen Oeninger *Andrias Scheuchzeri* der Beckengürtel vom zweiundzwanzigsten Wirbel getragen wurde. Die bekannte, von Schmidt, Goddart und van der Hoeven beschriebene asymmetrische Sacralform, welche sich in dem Exemplare der Münchener-Sammlung wiederholt und als halbseitige Assimilation des letzten Dorsolumbalwirbels aufzufassen sein dürfte, führt uns zu der Modification, welche ich an dem schönen, im Weingeist aufgestellten Skelet des hiesigen Hofmuseums (Fig. 10 und 11) beobachten konnte. In diesem Exemplare von mehr als zwei Fuss Länge ist der zweiundzwanzigste Wirbel Sacralwirbel geblieben und trägt jederseits einen langen Querfortsatz mit allerdings freiem Rippenstück. Dagegen stellt der vorausgehende einundzwanzigste Wirbel (Fig. 10 und 11) mit mächtigem Querfortsatz und starkem Rippenanhang (*Cs*) den Hauptsacralwirbel dar, der in vollständiger

Synostose der Axentheile (Fig. 10 und 11, 23+24) mit dem nachfolgenden verschmilzt. Wir beobachten somit eine an das Reptiliensacrum erinnernde Modification des Kreuzbeins. Übrigens sind hier auch die beiden vorderen Schwanzwirbel verkürzt und durch Synostose mit einander verbunden; beide tragen untere, nahe aneinander gerückte Bogenstücke, ohne dass jedoch an den Querfortsätzen bemerkenswerthe Rippenrudimente deutlich erkennbar waren.

Das im vergl. anatomischen Institute zu Wien befindliche Skelet [1] des Riesensalamanders trägt den Beckengürtel auch am einundzwanzigsten Wirbel, der zum ausschliesslichen Sacralwirbel geworden ist. Die Zahl der Rumpfwirbel erscheint um 1 reducirt, eine Reduction, die nicht anders als im Sinne der Assimilation des letzten Dorsolumbalwirbels als Sacralwirbel und des früheren Sacralwirbels als Caudalwirbel zu deuten sein möchte. In der That trägt der zweiundzwanzigste Wirbel noch ein Paar Rippenrudimente, während sich am dreiundzwanzigsten Wirbel der erste untere Bogen findet. Bemerkenswerth dürfte die Synostose und gleichzeitige Verkürzung des zehnten und eilften Rumpfwirbels sein, eine Abnormität, die immerhin auf die Möglichkeit hinweist, dass auch durch vollkommene Verschmelzung zweier gesonderter Wirbelelemente eine Reduction der Wirbelzahl des Rumpfes eintreten könnte und somit nicht in allen Fällen die Vorwärtsbewegung des Beckens an der Wirbelsäule conditio sine qua non der verringerten Zahl der Dorsolumbalwirbel sei.

Endlich verdient das zweite fast $2^1/_3$ Fuss lange Exemplar des Hofnaturaliencabinetes [2] unsere aufmerksamste Beachtung, da an demselben die Zahl der Rumpfwirbel gar um zwei verringert ist. Hier haftet das Os ileum am zwanzigsten Wirbel, der, wie das Vorhandensein von ansehnlichen Rippenpaaren an den drei vordern Caudalwirbeln, gewissermassen bestätigt, dem vor-

[1] Im Jahre 1866 präparirt und unter Nr. 537 als zerlegtes Skelet von *Cryptobranchus japonicus* in den Katalog eingetragen.

[2] Herr Director Dr. Steindachner hatte die Güte, dieses und einige andere Skelete zum Zwecke dieser vergleichenden Zusammenstellung präpariren zu lassen und erlaube ich meinem geehrten Freunde meinen wärmsten Dank auszusprechen.

letzten Dorsolumbalwirbel der erst beschriebenen Normalskelete entspricht. Hier bedarf die stattgefundene Vorschiebung des Sacrums um zwei Wirbel keines weiteren Beweises. Wahrscheinlich aber finden sich auch zu diesem Extrem der Verkürzung des Rumpfes hinführende asymmetrische Assimilationen.

Bezüglich der Gattungen *Proteus* und *Amphiuma*, bei denen der Rumpf eine so bedeutende Verlängerung *Proteus* (30 bis 31 Wirbel), *Amphiuma* (62 Wirbel), erfahren hat, dürfte nicht leicht zu entscheiden sein, ob die soweit entfernte Lage des Beckengürtel als secundäre zu betrachten ist und es sich demgemäss um Perennibranchiaten handelt, welche schliesslich zu Formen ohne hintere Extremitäten wie Siren hinführen.

Einige Gründe machen jedoch, wie ich glaube, höchst wahrscheinlich, dass in der That diese Deutung und Auffassung die richtige ist. Zunächst die bedeutende Verkümmerung der Extremitäten, die um so weniger für die Ortsbewegung in Betracht kommen, je mehr auch der die Leibeshöhle umschliessende Theil im Zusammenhang mit seiner Streckung und Wirbelzunahme, Biegungen und Schlängelungen gestattet. Ich stütze mich sodann auf die Thatsache [1], nach welcher das Becken bei den genannten Gattungen ohne Vermittlung von Rippen an die Querfortsätze direct befestigt sei. Diese leicht zu bestätigende Eigenthümlichkeit würde nur unter der Voraussetzung verständlich sein, dass der hintere Extremitätengürtel nach fortgesetzter Assimilation von Caudalwirbeln über die Grenze der Rippenanlagen an der Caudalregion hinausgerückt sei und somit schliesslich die Querfortsätze direct zu Trägern des Beckens geworden wären.

Ueber Sacralverschiebung und Regionenbildung der Reptilien, Vögel und Säugethiere, mit deren Untersuchung ich im Anschluss an die erörternden Gesichtspunkte beschäftigt bin, behalte ich mir ausführliche Mittheilungen vor.

---

[1] Vergl. Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreiches, Tom. VI, 2. Abth. Amphibien, 2. u. 3. Lief. 1874, pag. 53 u. 76.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Hintere Region der Wirbelsäule eines circa 1½ Fuss langen *Alligator lucius* von der Rückenseite. Auf die zwei hinteren Lendenwirbel folgen die beiden das Becken tragenden Sacralwirbel (25 und 26 Wirbel) und der Caudalabschnitt der Wirbelsäule, dessen fünf vordere Wirbel C^1 bis C^5 durch Naht getrennte Rippen als Seitenfortsätze tragen.

Fig. 2. Dasselbe Object von der Bauchseite mit nur einem Lendenwirbel. Man sieht, dass das erste untere Bogenpaar zwischen dem zweiten und dritten Caudalwirbel entspringt.

Fig. 3. Sacral- und Caudalregion der Wirbelsäule von *Chelonoides Boiei* Fitz. in natürlicher Grösse von der Bauchfläche dargestellt; die beiden letzten Dorsolumbalwirbel DL^9 und DL^{10} scheinen mit ihren Rippen zur Stütze des Sacrums herangezogen, in dessen Bildung noch zwei Postsacralwirbel C^1 und C^2 mit ihren Rippen eingezogen sind. Die Querfortsätze sind in ganzer Länge des Schwanzes discrete Stücke oder Rippen.

Fig. 4. *Chelydra serpentina.* Letzter Lendenwirbel DL^{10}; Sacrum mit den beiden Rippen der Sacralwirbel S^1 und S^2 und gesonderten Querfortsätzen oder Rippen an den ersten drei Caudalwirbeln, von denen zwei und drei untere Bogenstücke tragen, von der Bauchseite in natürlicher Grösse.

Fig. 5. Kreuzbein und vordere Sacralregion eines jungen *Dasypus novemcinctus* in natürlicher Grösse von der Bauchfläche aus betrachtet nach Wegnahme des *Os pubis. O. il. Os ileum; O. isch. Os ischii. a.* Rippenstück des vorderen Sacralwirbels. *b.* Rippenstück des zweiten Sacralwirbels; C^1 vorderer, C^4 vierter Caudalwirbel mit gesonderten Seitenfortsätzen.

Fig. 6. Dasselbe von der Rückenfläche aus betrachtet. S^1 vorderer, S^{11} zweiter Sacralwirbel; *Isc.* ¹ vorderer Ischiosacralwirbel *Pr. a. Processus accessorius* des vorderen Sacralwirbels. *Ps* ¹ etc. Accessorischer Sacralwirbel.

Fig. 7. Der Wirbeltheil des *Os sacrum* nach Entfernung des Beckengürtels in seitlicher Lage. *Ps*¹ Dritter Sacralwirbel oder erster accessorischer Sacralwirbel. *Co.* Rippe des ersten Ischiosacralwirbels Isc.¹

Fig. 8. Sacral- und Caudalregion eines männlichen Embryos von *Dasypus novemcinctus* in natürlicher Grösse vom Rücken aus gesehen.

Fig. 9. Sacrum nebst vorderem Schwanzwirbel verschiedener Exemplare von *Salamandra maculosa. Co* Rippe des Kreuzbeines.

a Normales Verhalten, der Beckengürtel am sechzehnten Wirbel (16) suspendirt; der neunzehnte Wirbel besitzt den ersten unteren Bogenfortsatz.

b Asymmetrisches Sacrum mit rechtsseitiger Verwendung des siebzehnten Wirbels.

c Ein solches unter Rückbildung der rechtsseitigen Rippe des sechzehnten Wirbels.

d Ein solches, fast ganz auf den siebzehnten Wirbel herabgezogen, mit rechtsseitigem Rippenrest des sechzehnten Wirbels.

e Der sechzehnte Wirbel ist der letzte Dorsolumbalwirbel, am siebzehnten Wirbel ist das Becken symmetrisch befestigt. Vorderer unterer Bogen am zwanzigsten Wirbel.

f Symmetrischer Beckengürtel am fünfzehnten Wirbel. Der sechzehnte Wirbel trägt ein kräftiges Rippenpaar. Der vordere untere Bogen gehört dem achtzehnten Wirbel an.

Fig. 10. Sacrum und vordere Schwanzwirbel von *Cryptobranchus japonicus* (Exemplar des Hofmuseums) vom Rücken aus gesehen *O.il. Os ileum. Co* Rippe des einundzwanzigsten Hauptsacralwirbels Co^1 Rippe des zweiundzwanzigsten durch Synostose mit jenem verschmolzenen Sacralwirbels. Auch die beiden vorderen Schwanzwirbel (23), (24) sind untereinander verwachsen.

Fig. 11. Dasselbe von der Bauchfläche aus betrachtet. Mit gleicher Bezeichnung wie Fig. 10.

Fig. 12. *Menopoma alleghaniense.* Hinterer Abschnitt der Wirbelsäule mit Sacrum und Caudalregion; der Beckengürtel ist symmetrisch am zwanzigsten Wirbel befestigt. Die drei bis vier (der vierte linksseitig) vorderen Caudalwirbel tragen noch Rippenrudimente. Co^1, Co^2, Co^3, Co^4.



Fig. 1.

c1 c2 c3 c4 c5

Fig. 3.

Dl9 Dl10 c1 c2 c3 c4

Fig. 2.

c1 c2 c3 c4 c5



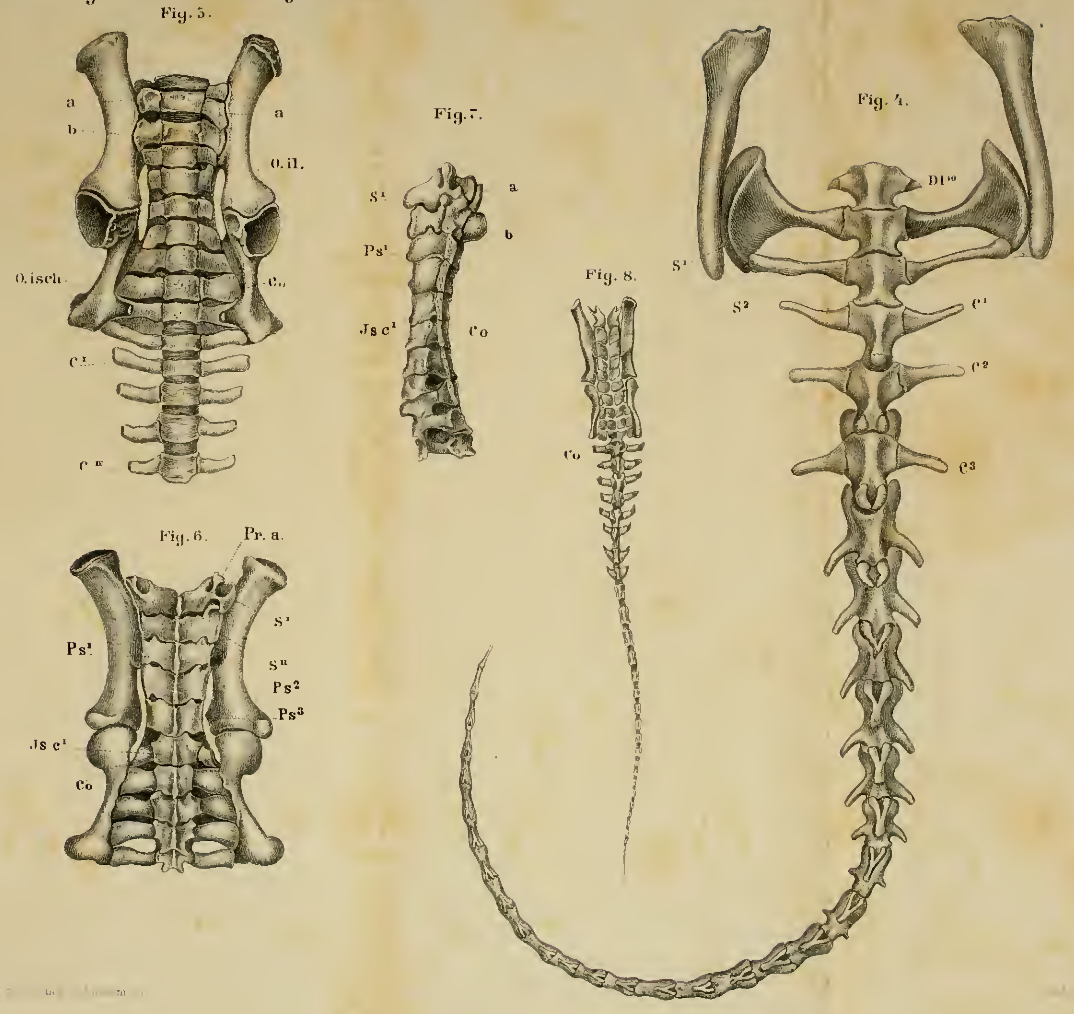


Fig. 5.
a
b
a
O. il.
O. isch.
Co
C I
C IV
Fig. 7.
S I
a
b
Ps¹
Js c¹
Co
Fig. 8.
Co
Fig. 4.
Dl¹⁰
S¹
S²
C¹
C²
C³
Fig. 6.
Pr. a.
S I
Ps¹
S II
Ps²
Ps³
Js c¹
Co



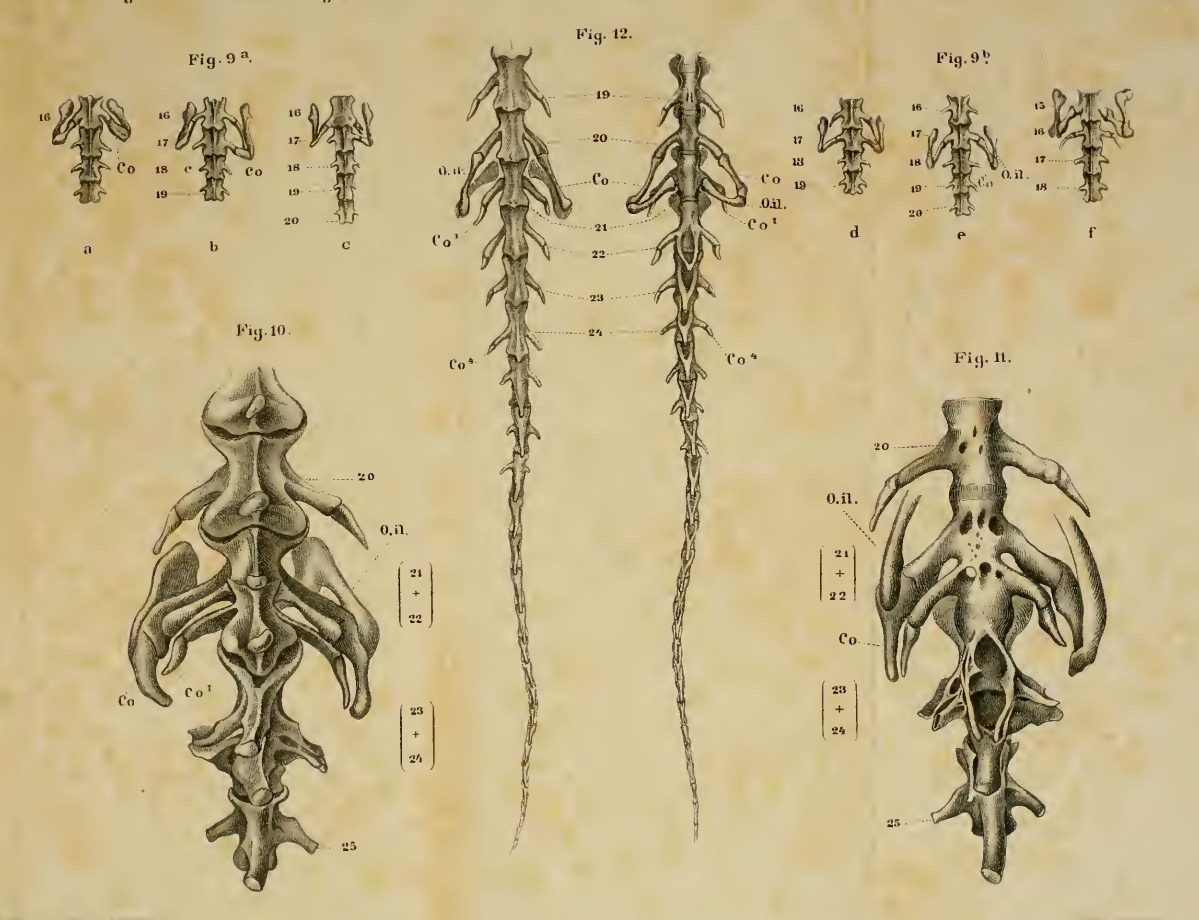


Fig. 9a.
16
Co
16
17
18
c
Co
19
16
17
18
19
20
a
b
c
Fig. 12.
19
20
O. il.
Co
Co
O. il.
21
Co I
Co I
22
23
24
Co 4
Co 4
Fig. 9b.
16
17
18
19
d
16
17
18
19
20
Co
O. il.
e
15
16
17
18
f
Fig. 10.
20
O. il.
21
+
22
Co
Co I
23
+
24
25
Fig. 11.
20
O. il.
21
+
22
Co
23
+
24
25